

Artigo de Pesquisa**CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO E A INFLUÊNCIA NA VERTENTE NO BAIRRO CAMOBI EM SANTA MARIA, RS****Soil physical-hydric parameters characterization and the influence on the slope in the Camobi District in Santa Maria, RS**

Marinéli Moraes Gaberti¹, Lucas da Silva Ribeiro², Antonio Von Ende Dotto³, Rômulo Augusto Aragonés Aita⁴, Mauro Kumpfer Werlang⁵

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, Brasil.

E-mail: marinelemorais@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8208-7055>

² Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, Brasil.

E-mail: lucassilvaribeiro12@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5677-5716>

³ Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, Brasil.

E-mail: dottovon@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3095-4679>

⁴ Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, Brasil.

E-mail: romuloaita@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8808-3434>

⁵ Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, Brasil.

E-mail: wermakwer@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3051-6652>

Recebido em 18/04/2023 e aceito em 13/12/2024

RESUMO: O estudo relacionado à caracterização do perfil de uma vertente revela segmentos com distintos graus de fragilidade que podem indicar áreas que devem merecer atenção especial quanto ao uso da terra. Neste sentido, objetivo do trabalho é caracterizar uma vertente a partir das propriedades físico-hídricas dos horizontes pedogenéticos descritos de um perfil de solo em um segmento de vertente estabelecida sobre litologia sedimentar da Formação Santa Maria-Membro Almoa, situada no município de Santa Maria-RS. Seguiu-se a abordagem metodológica onde as vertentes evoluem a partir da influência das propriedades físico-hídricas dos horizontes pedogenéticos. Foram determinados os parâmetros físicos-hídricos como a densidade de partículas (γ_s), densidade aparente (γ_d), micro e

macroporosidade, porosidade total (n), condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) e limites de consistência. Pelos resultados, observou-se a diminuição da macroporosidade em razão da profundidade do perfil que afeta na redução da condutividade hidráulica. Há variação textural devido ao incremento argiloso derivado translocação do horizonte superficial A e, do horizonte eluvial E para os horizontes subsuperficiais B e C. Isso ocasiona no processo de exfiltração lateral quando há saturação hídrica que ao interceptar a superfície do terreno marca a transição para um segmento mais côncavo alternando do terço superior da vertente. Então, se reforça a ideia que a intensificação da exfiltração no segmento côncavo da vertente ocorre face à influência dos parâmetros físico-hídricas da cobertura pedológica.

Palavras-chave: Morfogênese; Parâmetros físico-hídricos; Conformação do perfil de vertente.

ABSTRACT: The study related to the characterization of the profile of a slope reveals segments with different degrees of fragility that may indicate areas that deserve special attention in terms of land use. In this sense, the objective of the work is to characterize a slope based on the physical-hidric properties of the pedogenetic horizons described in a soil profile in a segment of a slope established on sedimentary lithology of the Santa Maria-Member Alemoa Formation, located in the municipality of Santa Maria, RS. The methodological approach was followed where the aspects evolve based on the influence of the physical-water properties of the pedogenetic horizons. Physical-water parameters such as particle density (γ_s), apparent density (γ_d), micro and macroporosity, total porosity (n), saturated hydraulic conductivity (K_{sat}), consistency limits, etc. were determined. From the results, a decrease in macroporosity was observed due to the depth of the profile, which affects the reduction of hydraulic conductivity. There is textural variation due to the clay increment derived from the translocation of the superficial horizon A and, from the eluvial horizon E to the subsurface horizons B and C. This causes the lateral exfiltration process when there is water saturation which, when intersecting the land surface, marks the transition to a more concave segment alternating from the upper third of the slope. Therefore, the idea is reinforced that the intensification of exfiltration in the concave segment of the slope occurs due to the influence of the physical-hidric parameters of the pedological cover.

Keywords: Morphogenesis; Physical-hidric parameters; Conformation of the slope profile.

INTRODUÇÃO

A geomorfologia estuda as formas de relevo e, essas formas, expressam o reflexo do equilíbrio de forças de natureza diferente, ou seja, as forças endógenas e exógenas. Portanto, o relevo representa a expressão espacial da superfície, constituindo-se na diversidade de vários elementos, como na relação solo e relevo. Segundo Rubira *et al.* (2019) as relações entre solo e relevo são constantes em paisagens de climas tropicais e subtropicais úmidos, devido aos espessos mantos regolíticos resultantes de acelerado intemperismo físico, químico e biológico. Nesse sentido, destaca-se a proposta de estudar a evolução e o modelado das vertentes, convergindo para o sentido onde a morfogênese das vertentes reflete uma relação de causa e efeito na qual influem inúmeras circunstâncias, entre elas as características da cobertura pedológica.

O estudo da cobertura pedológica considera que ela possui uma distribuição espacial em dois sentidos, vertical e horizontal. Conforme Marcos (1979), o conceito de perfil de solo traz consigo a ideia de anisotropia vertical. Destaca-se, então, que ela deve ser estudada no sentido de que as variações pedológicas ocorrem tanto na direção vertical quanto na horizontal, podendo ser observada através da análise de

perfil de solo. Para Oliveira *et al.* (2020) a partir de um perfil de solo pode visualizar diversas propriedades morfológicas que permitem distinguir e classificar os diferentes tipos de solos, apresentando as mudanças texturais dos horizontes que podem ser pedogenéticas ou devido a descontinuidades litológicas. Portanto, assim é possível observar a natureza do solo em todas as amplitudes das suas variações, pois, ao considerar-se o perfil vertical do solo, com as variações laterais também sendo observadas, é possível caracterizar-se o tipo de transição entre os horizontes pedogenéticos e pode avaliar o grau de progressividade das transformações. Essa abordagem é essencial para a compreensão da dinâmica, principalmente quanto à circulação da água e soluções do solo.

Ao se buscar compreender a relação entre a cobertura pedológica e o relevo se faz necessário superar a ideia preconcebida de que existe uma oposição entre os processos de pedogênese (alteração das rochas e formação dos solos) e os de morfogênese (erosão e esculturação das formas de relevo). Queiroz Neto (1975) assinalou que esses processos podem ser simultâneos e, mais que isso, podem agir concomitantemente, ou seja, a pedologia/pedogênese e a geomorfologia/morfogênese apresentam interpretações convergentes sobre a juventude e maturidade de relevos e dos solos.

Ao tratar dos elementos da definição de uma vertente, Dylík (1968), já observara que são os processos morfogenéticos que determinam a natureza da vertente. Destacou que a vertente, no sentido morfogenético, corresponde à parte das formas do terreno modeladas pelos processos de denudação *stricto sensu*, ou seja, pelos movimentos de massa e pelo escoamento atuantes tanto no presente como no passado. Também apontou Dylík (1968) que, na conformação da forma do perfil das vertentes, está envolvida a ação de vários processos atuantes tanto no fornecimento como na remoção de material, resultado do mecanismo de morfogênese predominante. Além disso, realçou que a forma do perfil da vertente revela segmentos com distintos graus de fragilidade que podem indicar áreas de fragilidade que devem merecer atenção especial quanto ao uso da terra.

Milne (1936) propôs um estudo pioneiro sugerindo o conceito de catena para expressar a distribuição de solos distintos, mas coevolutivos ao longo das vertentes. Outros trabalhos desenvolvidos por Tricart (1968; 1979) abordaram o balanço entre morfogênese e pedogênese para a interpretação da estabilidade/instabilidade das vertentes. Propostas essas que foram largamente utilizadas pelos geomorfólogos. Boulet (1988; 1992) defendeu a importância de estudar a influência do solo na conformação das vertentes e relaciona a evolução do relevo a partir das transformações (autodesenvolvimento) dos próprios solos, onde os fluxos hídricos desempenham papel fundamental.

Nogueira *et al.* (2011) analisaram as informações sobre a dinâmica subsuperficial da água de infiltração em solos e destacam a importância do tema, pois quando correlacionado com a forma da vertente, a microtopografia e a características do solo, apresentam a capacidade de infiltração devido a sua influência nos processos erosivos de vertente e na capacidade do solo de manter a cobertura vegetal. Santos e Silva Filho (2023) observam o elemento água como principal agente erodível que sofre diferentes fluxos e intensidades ao longo do percurso das encostas, causando

diluição fina nas superfícies mais planas, arrasto e acumulação de partículas mais espessas em superfícies íngremes e essas inclinações superficiais podem variar ao longo dos terços de análise de uma única encosta, influenciando a variabilidade do potencial erodível ao longo do curso da encosta. Neste sentido, destaca-se a importância da classificação de parâmetros físico-hídricos do solo, pois permite gerar uma base de informações para o manejo agrícola, irrigação, controle de processos erosivos ou modelagem hidrológica de forma adequada, ou sustentável (PADRÓN *et al.*, 2015).

Portanto, é inequívoco que o relevo atua como um dos mais importantes fatores pedogenéticos. É igualmente irrefutável que as propriedades físicas dos solos variam ao longo dos interflúvios nas vertentes. Essa relevância do fator relevo na formação do solo, para Anjos *et al.* (1998), é facultada devido a mesma ser responsável pelo controle da dinâmica dos fluxos de água na paisagem, como a lixiviação de solutos, a atuação de processos erosivos e as condições de drenagem. Face ao exposto, o objetivo do trabalho é caracterizar uma vertente a partir das propriedades físico-hídricas dos horizontes pedogenéticos em um segmento de vertente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma vertente situada no Bairro Camobi, localizado no município de Santa Maria do Estado do Rio Grande do Sul. Especificamente, a vertente selecionada para estudo está localizada à margem da Estrada Municipal Pedro Fernandes da Silveira (Figura 1), que dá acesso a uma das saídas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

A área da vertente em estudo está situada sobre litologias da Formação Santa Maria (Membro Alemoa), apresentando um relevo caracterizado por uma topografia suave, com altitudes variando entre 90 e 120 metros. Conforme Bortoluzzi (1974) e Silva (1997), o Membro Alemoa caracteriza-se por ser constituído por rochas sedimentares de textura maciça (sem orientação) de caráter argiloso a síltico. Faccini (1989), Zeffass *et al.* (2003) e Da-Rosa (2005) destacam que o Membro Alemoa apresenta pelitos avermelhados, maciços ou finamente laminados, intercalados com siltitos e arenitos finos e, níveis de calcretes e paleossolos. Acerca do contexto geológico da região, Andreis *et al.* (1980) salientam que a Formação Santa Maria se constitui de deposição por um sistema continental flúvio-lacustre dividido nos membros Passo das Tropas e Alemoa.

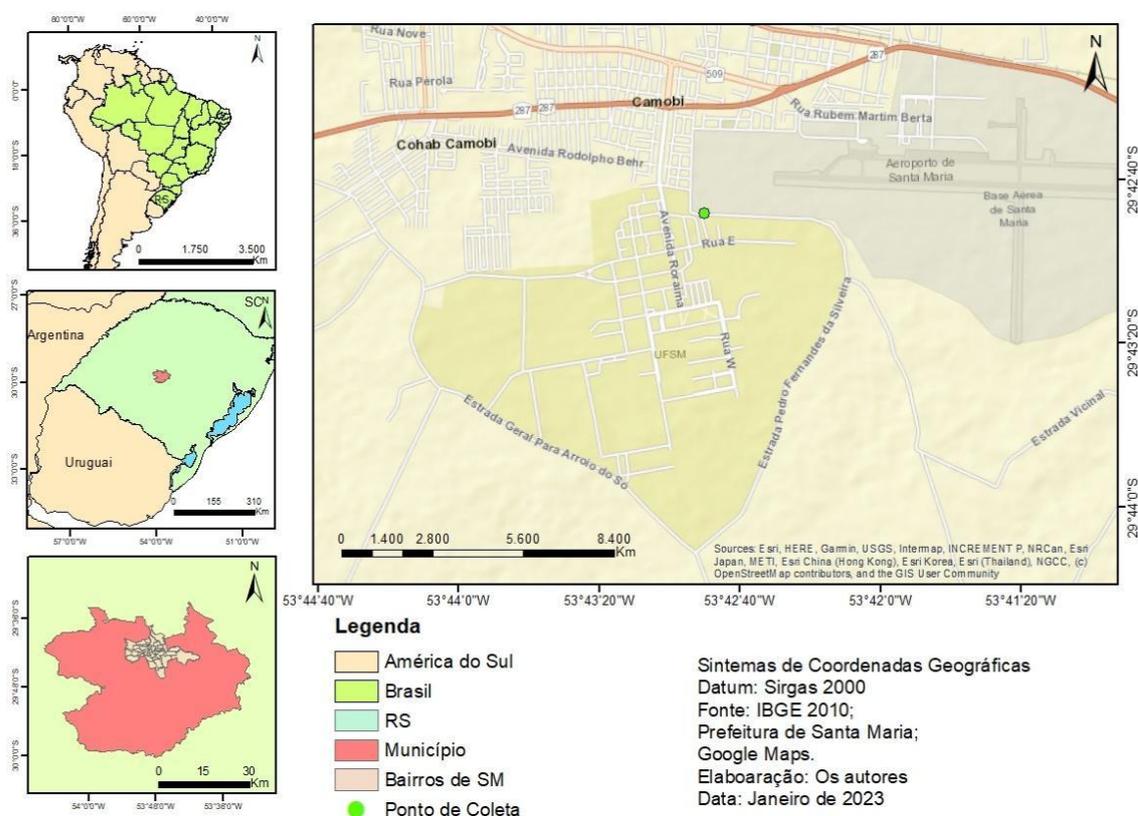


Figura 1. Localização da vertente em estudo em relação ao município de Santa Maria e ao Bairro de Camobi. **Fonte:** Os autores

A partir da estrutura litológica, cuja base é a Formação Santa Maria, o relevo no bairro de Camobi é composto por colinas suaves, com declividades que raramente ultrapassam os 5%. Localizado a leste da área urbana do município de Santa Maria, o bairro encontra-se na Depressão Periférica Sul-Riograndense, nas proximidades da transição para o Planalto e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (ROSS, 1996).

O clima da região de Santa Maria–RS, com base na classificação de Köppen, enquadra-se como sendo mesotérmico brando Cfa. As precipitações são regulares durante todo o ano, não apresentando estação seca (AYOADE, 1986). Sartori (2003) caracteriza o clima de Santa Maria, apresentando temperatura média no mês mais frio (julho) entre 10 °C e 15 °C e média das mínimas entre 6 °C e 10 °C, devido à atuação do Anticiclone Polar Atlântico. No verão, as temperaturas médias no mês mais quente (janeiro) são superiores a 22 °C, médias das máximas variando entre 28 °C e 32 °C. As temperaturas médias anuais situam-se entre 18 °C e 20 °C. As precipitações são regulares durante todo o ano, com médias anuais que variam entre 1.500 a 1.600 mm/ano. Segundo Rossato (2011), o tipo climático de Santa Maria é subtropical medianamente úmido, com chuvas que oscilam entre 1.500 e 1.700 mm/ano e temperatura média anual entre 19 e 20 °C.

A área do bairro Camobi integra a bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, com uma rede de drenagem composta por pequenos cursos d'água de primeira ordem que deságuam neste rio. Apresentam um padrão de drenagem que, na classificação de

Christofolletti (1980), enquadra-se no tipo sub-dentrítico (DALLA-LANA, *et al.*, 2017). Ocorrem solos bem drenados, medianamente profundos, com predomínio de Argissolos, entretanto, em áreas onde a flutuação do lençol freático exerce maior influência sobre os processos pedogenéticos, ocorrem solos imperfeitamente a mal drenados como os Gleissolos e os Planossolos. Nesse sentido, segundo Dalmolin e Pedron (2009), na área da Depressão Periférica Sul-Riograndense, na porção superior das colinas sedimentares, ocorrem Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos. Na parte inferior dessas colinas ocorrem Argissolos amarelos, Argissolos Acinzentados e Argissolos Bruno-Acinzentados. Destacam que nas áreas de várzeas ocorrem Planossolos Háplicos, Gleissolos Háplicos e Neossolos Húmicos.

Em relação à vegetação, o município de Santa Maria abrange formação vegetacional transitória entre as paisagens da Floresta Estacional Decidual (Bioma Mata Atlântica) e campos (Bioma Pampa). Marchiori (2009) enfatiza que na área do município compreendem-se duas unidades elementares, os campos e as florestas, em razão da zona de transição geomorfológica.

Coleta de solo

Os procedimentos operacionais foram realizados em um perfil do solo localizado no terço médio da vertente. Observou-se uma baixa amplitude altimétrica ao longo da encosta, o que permitiu a abertura de apenas um perfil pedológico, representativo para a topossequência da vertente. A descrição do perfil do solo foi feita em um único ponto, uma vez que as propriedades do solo se mostraram uniformes, sem variações significativas.

No perfil foram identificados seis horizontes pedogenéticos mais a camada rochosa. A figura 2 ilustra o perfil de solo descrito. Desses horizontes e camada rochosa foram coletadas amostras de solo e rocha, deformadas e indeformadas. As coletas das amostras foram feitas sob condições atmosféricas de tempo bom e com condições de umidade que permitissem a coleta de amostras indeformadas. As amostras deformadas foram coletadas seguindo atentamente a definição dos horizontes. Foram coletadas, nos mesmos pontos do perfil de solo, etiquetadas e armazenadas em saco plástico com 500g, foram conduzidas ao laboratório e secas ao ar.

No perfil, foram identificados seis horizontes pedogenéticos, além da camada rochosa (Figura 2). De cada horizonte e da camada rochosa, foram coletadas amostras de solo e rocha, tanto deformadas quanto indeformadas. As coletas ocorreram em condições atmosféricas favoráveis, com umidade adequada para a obtenção de amostras indeformadas. As amostras deformadas foram coletadas com base na definição dos horizontes. Todas as amostras foram retiradas nos mesmos pontos do perfil de solo, devidamente etiquetadas e armazenadas em sacos plásticos de 500 g, sendo posteriormente encaminhadas ao laboratório para secagem ao ar.

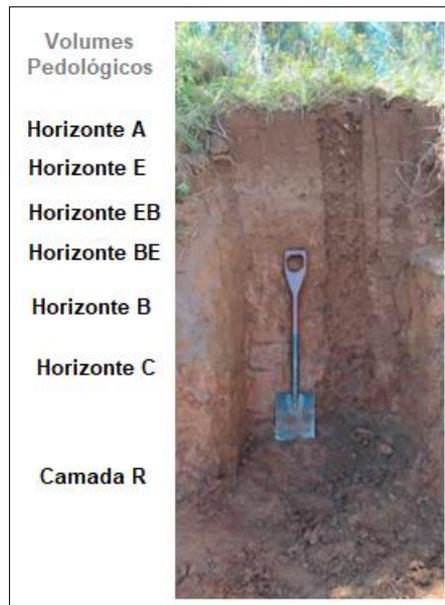


Figura 2. Ilustração do perfil de solos descrito e os respectivos horizontes. **Fonte:** Os autores

As amostras deformadas foram utilizadas para as análises granulométrica, de densidade de partículas e limites de consistência. Por sua vez, as amostras indeformadas foram coletadas em cilindros, com três repetições por horizonte. Essas amostras foram destinadas à determinação da densidade aparente, microporosidade, macroporosidade, porosidade total e condutividade hidráulica. A Figura 3 ilustra o processo de coleta das amostras indeformadas em cilindro volumétrico tipo Uhland, enquanto a Figura 4 mostra o tratamento de saturação das amostras indeformadas para a realização dos ensaios de microporosidade, macroporosidade, porosidade total (n) e condutividade hidráulica saturada (Ksat).



Figura 3. Coleta de amostras indeformadas em cilindro volumétrico tipo Uhland. **Fonte:** Os autores



Figura 4. Tratamento de saturação das amostras indeformadas para a condução dos ensaios micro e macroporosidade, porosidade total (n) e condutividade hidráulica saturada (Ksat). **Fonte:** Os autores

Ensaio Laboratoriais

Os ensaios foram realizados no laboratório de sedimentologia do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria. Os parâmetros físicos determinados incluíram a distribuição do tamanho de partículas (análise granulométrica), densidade de partículas (γ_s), densidade aparente (γ_d), micro e macroporosidade, porosidade total (n) e condutividade hidráulica saturada (Ksat). Além disso, foram determinados os limites de consistência, como limite de contração (LC), limite de plasticidade (LP), limite de liquidez (LL), e o índice de plasticidade (IP). Também foram realizadas a classificação no Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) e a determinação da classe textural para cada horizonte pedogenético do perfil de solo.

A determinação do tamanho de partículas foi realizada por diferentes métodos conforme a NBR 7181/84: a fração areia foi separada por peneiramento, enquanto as frações silte e argila foram separadas por sedimentação. Essa metodologia é apropriada para sedimentos com composição granulométrica variada, desde partículas argilosas até areias grosseiras, exigindo a combinação de métodos para separar os grosseiros por peneiramento e os finos por sedimentação, com base na lei de Stokes (1851). A partir dos resultados obtidos, foi possível construir a curva granulométrica para cada horizonte pedogenético.

A densidade aparente (γ_d) do solo foi obtida pela expressão:

$$\gamma_d = \frac{ws}{v} \quad \text{equação 1}$$

Onde: γ_d = densidade aparente do solo, gcm³ ws= massa dos sólidos seca, gcm³ e v = volume total da amostra, gcm³.

A densidade de partículas (γ_s) foi obtida pela expressão:

$$\gamma_s = \frac{ws}{v} \quad \text{equação 2}$$

Onde: γ_s = densidade de partículas do solo gcm³; ws = massa das partículas, gcm³ e, v = volume das partículas, gcm³.

A microporosidade, a macroporosidade e a porosidade total foram determinadas em ensaio na mesa de tensão (Figura 5). A percentagem de saturação foi calculada pela diferença entre o peso do solo saturado e o peso do solo seco a 105 °C. Na microporosidade foi obtida pelo peso da amostra a 60 cm de tensão após 12 horas, e a macroporosidade pela diferença entre a percentagem de saturação e a microporosidade. Desse modo, a porosidade total foi a soma das percentagens de microporos e macroporos.



Figura 5. Condução do ensaio na mesa de tensão para determinação da percentagem de microporos, percentagem de macroporos e porosidade total. **Fonte:** Os autores

Para a determinação da condutividade hidráulica, as amostras foram saturadas por 12 horas e, em seguida, submetidas ao ensaio em um permeâmetro, no qual foi medido o volume de água percolado. O procedimento adotado para a determinação da condutividade hidráulica saturada é ilustrado na Figura 6.



Figura 6. Condução do ensaio na mesa de tensão para determinação da percentagem de microporos, percentagem de macroporos e porosidade total. **Fonte:** Os autores

A determinação da condutividade hidráulica saturada foi obtida pela expressão:

$$K = Q \cdot \frac{L}{A} \cdot H \cdot T \quad \text{equação 3}$$

onde: K = condutividade hidráulica saturada em cm/h; Q = volume percolado; L = altura do bloco da amostra; H = altura do bloco da amostra e da coluna; A = área do cilindro; T = tempo de percolação.

Para a determinação dos limites de consistência (LL e LP), seguiu-se a norma técnica NBR 6459/84. Para a determinação do limite de contração utilizou-se a NBR 7183/84. A obtenção do índice de plasticidade se deu a partir da expressão:

$$IP = LL - LP \quad \text{equação 4}$$

onde: IP = índice de plasticidade; LL = limite de liquidez; LP = limite de plasticidade.

O Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) classifica os solos em grossos, finos e orgânicos, utilizando duas letras: a primeira indica o tipo principal e a segunda caracteriza o tipo de solo. Criado em 1942 por Arthur Casagrande, o SUCS leva em conta as características primárias do solo (silte, argila ou orgânico) e sua compressibilidade, definida pelo limite de liquidez e o índice de plasticidade. A

determinação do tamanho de partículas seguiu a norma NBR 7181/84, e as classes texturais foram definidas pelo triângulo textural.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram analisados e discutidos com o objetivo de explicar a conformação da vertente a partir da influência das propriedades físico-hídricas da cobertura pedológica, que são responsáveis pela modelagem do perfil da vertente. Esse processo está intimamente relacionado à movimentação da água ao longo do perfil do solo.

Nesse contexto, foi realizada uma descrição morfológica do perfil da vertente selecionada para o estudo (Quadro 1), o qual apresenta um relevo suave e ondulado, localizado em uma parte da depressão periférica do Sul-Rio-Grandense, composta por arenito da Formação Santa Maria (Membro Alemoa) a uma altitude de aproximadamente 90 metros. O quadro também apresenta a descrição dos horizontes (A, E, EB, BE, B, C e R).

Quadro 1: Descrição morfológica do perfil de solo da vertente selecionada como modal para o estudo.

DATA: 04/10/2022
LOCALIZAÇÃO: Acesso secundário à Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria/RS, Bairro Camobi, a aproximadamente 500 metros nos fundos do HUSM/Hospital Universitário de Santa Maria, na estrada Pedro Fernandes de Oliveira.
ALTITUDE: ± 90 metros
FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Santa Maria (Membro Alemoa).
CRONOLOGIA: Triássico/Grupo Rosário do Sul.
MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenitos finos, lamitos, folhelhos sílticos-argilosos e argilitos.
RELEVO LOCAL: Suave ondulado.
RELEVO REGIONAL: Suave ondulado da Depressão Periférica Sul-rio-grandense (trata-se de uma faixa mais baixa entre os Planaltos Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná e o Escudo Sul-rio-grandense).
EROSÃO: Entressulcos (laminar ligeira).
CLIMA: Cfa (mesotérmico brando na classificação de Köppen), Udic e Thermic.
DRENAGEM: Bem drenado
VEGETAÇÃO: Campos Subtropical Subúmido.
USO ATUAL: Área de pousio com florestamento de eucaliptos.
DESCRITO E COLETADO POR: Alunos e professor da disciplina GCC 921 Tópicos em ciência do solo aplicados à geografia "A" do Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGeo/UFSM.
Horizonte A: 0-26 cm; (7,5 YR 3/3, úmido); franco-arenosa; fraca, blocos angulares e subangulares; poros pequenos e médios comuns; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual; raízes abundantes.
Horizonte E: 26-50 cm; (5 YR 4/3, úmido); franco-arenosa; fraca, blocos angulares e subangulares, poros pequenos comuns; friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual; raízes comuns.
Horizonte EB: 50-66 cm; (5 YR 3/3, úmido); franco-arenosa; fraca, blocos angulares; poros pequenos e médios comuns; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual; raízes comuns.

Horizonte BE: 66-89 cm; (5YR 4/4, úmido); franco-argilosa; fraca, blocos angulares e subangulares; muitos poros pequenos; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual; raízes comuns.

Horizonte B: 89-122 cm; (5YR 4/6, úmido); franco-argilosa, fraca, blocos angulares, angulares e subangulares; muitos poros; pequenos; firme, plástica e pegajosa; transição gradual, poucas raízes.

Horizonte C: 122-140 cm; (2,5YR4/6 úmido); argilo-siltosa, fraca, blocos angulares, angulares e subangulares; poros pequenos, firme, plástica e pegajosa, transição gradual, raízes raras.

Camada R: 140 + cm; (2,5YR4/8 úmido); argilosa, fraca, blocos angulares, angulares e subangulares; poros pequenos e comuns, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição gradual, raízes ausentes.

Fonte: Os autores

A distribuição do tamanho de partículas dos horizontes pedogenéticos (Tabela 1) apresenta a profundidade de cada horizonte e a sua composição granulométrica. Observa-se que as maiores concentrações de areia estão nos horizontes A, C e R. O silte destaca-se com uma concentração significativa no horizonte E, enquanto a argila predomina nos horizontes C e na camada R. Essas características têm grande influência no comportamento físico-hídrico do solo, especialmente no uso e manejo agrícola, pois as propriedades granulométricas podem aumentar o risco de erosão e, conseqüentemente, acelerar o desgaste superficial e subsuperficial da vertente.

Tabela 1. Distribuição do tamanho de partículas dos horizontes pedogenéticos do perfil de solo da vertente selecionada como modal para o estudo

Horizontes	Profundidade (cm)	Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH) g.kg ⁻¹		
		Areia (2 – 0,062mm)	Silte (0,062 – 0,004mm)	Argila (<0,0004mm)
A	0 – 26	550,8	339,8	109,4
E	26 – 50	517,6	387,1	95,2
EB	50 – 66	472,0	329,8	198,2
BE	66 – 89	409,5	280,0	310,5
B	89 – 122	432,1	252,8	315,3
C	122 - 140	538,5	125,7	335,8
Camada R	140 +	544,6	121,6	333,8

Fonte: Os autores

Ao analisar a curva granulométrica (Figura 7), observa-se uma subdivisão entre os horizontes com base na porcentagem de argila. Os horizontes BE, B, C e R apresentam uma argila passante entre 30% e 40%, enquanto os horizontes A e E têm cerca de 10%. O horizonte EB é o único com argila passante entre 10% e 15%.

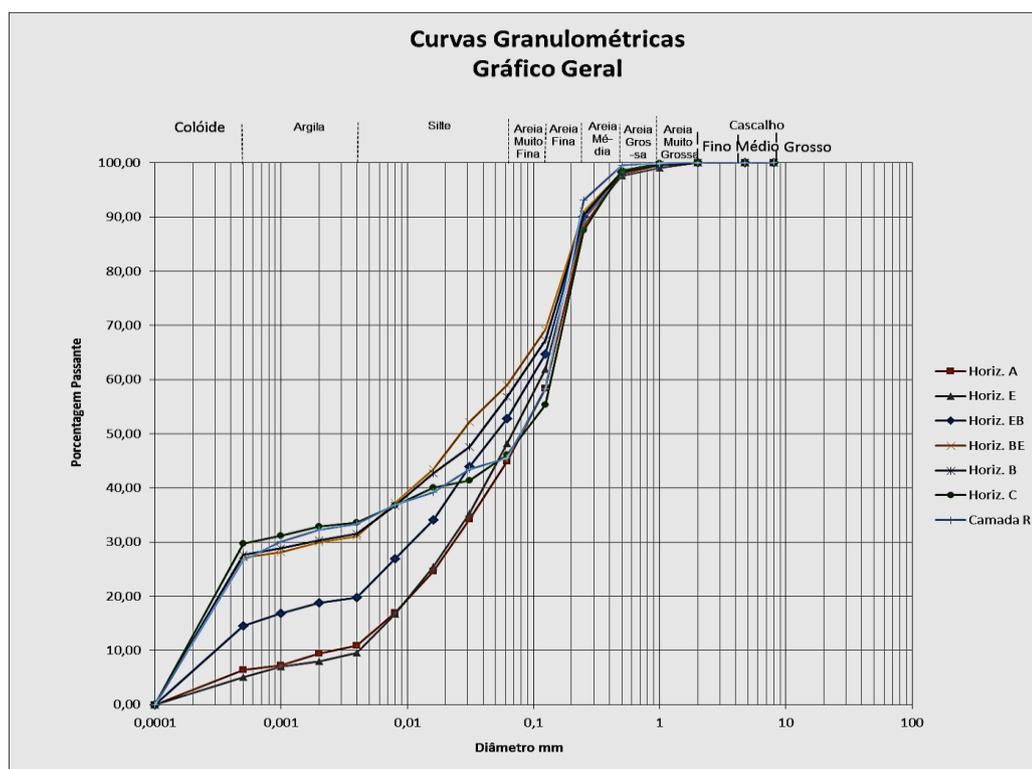


Figura 7. Curva granulométrica obtida por peneiramento e sedimentação dos horizontes pedogenéticos do perfil de solo da vertente selecionada como modal para o estudo. **Fonte:** Os autores

A Tabela 2 apresenta os dados sobre os parâmetros físico-hídricos, incluindo a identificação da textura, limites de consistência, microporosidade e macroporosidade. A análise dos limites de consistência fornece uma compreensão mais aprofundada de outros mecanismos do solo, pois esses limites indicam os teores de umidade que marcam a transição entre diferentes estados de consistência. O índice de plasticidade (IP) determina o intervalo de plasticidade; quanto maior o IP, mais plástico é o solo. Segundo Lino *et al.* (2015), tais limites delimitam o intervalo de consistência, estabelecido pelo cientista sueco Albert Atterberg em 1911.

O grau de consistência exerce uma grande influência sobre o regime de água do solo, afetando a condutividade hidráulica e permitindo a análise da curva de umidade, além de contribuir para as avaliações de compactação (BORGES *et al.*, 2017). Souza *et al.* (2000) afirmam que quanto maior a porcentagem de argila no solo, maior será sua influência sobre o limite de liquidez. Essas afirmações são corroboradas pelos resultados obtidos e pela classificação dos horizontes pedogenéticos no SUCS, além de estarem em conformidade com os valores observados para o embasamento litológico da Formação Santa Maria - Membro Alemoa.

Tabela 2 – Parâmetros físico-hídricos dos horizontes pedogenéticos do perfil de solo da vertente selecionada como modal para o estudo.

Horizontes pedogenéticos	Profundidade (cm)	Textura	Y_d g/m ³	Y_s g/cm ³	Ksat cm/h	Micro porosidade%	Macro porosidade %	n %
A	0-26	franco arenosa	1,41	2,65	4,07	32,50	5,28	37,78
E	26-50	franco arenosa	1,42	2,63	2,62	31,15	5,23	36,38
EB	50-66	franco arenosa	1,49	2,67	0,59	32,56	4,76	37,32
BE	66-89	franco argilosa	1,74	2,65	0,13	33,65	2,14	35,79
B	89-122	franco argilosa	1,75	2,67	0,04	34,96	2,12	37,08
C	122-140	argilo siltosa	1,60	2,75	0,06	35,18	1,13	36,31
Camada R	140+	argilosa	1,44	2,66	0,01	48,84	2,22	51,06

Fonte: Os autores

A porosidade do solo é um parâmetro fundamental nos estudos de vertentes, pois é uma das propriedades mais passíveis a modificações causadas pelo uso e manejo do solo. Segundo Costa *et al.* (2019), a porosidade é um parâmetro importante em estudos de suscetibilidade à erosão, devido à sua influência em fenômenos físicos como infiltração, condutividade hidráulica e capacidade de armazenamento de água no solo. De acordo com Bocuti *et al.* (2019), a macroporosidade confere aos solos uma maior permeabilidade, permitindo a circulação da água, enquanto a microporosidade facilita a retenção e o armazenamento de água.

No local estudado, observa-se que a macroporosidade diminui com a profundidade, enquanto a microporosidade aumenta à medida que o perfil do solo se aprofunda. Isso indica uma maior retenção de água, especialmente a partir do horizonte pedogenético B, onde o Ksat obtido é próximo de zero e há um aumento da concentração de argila. Essa condição resulta em uma redução da velocidade de infiltração, direcionando o fluxo hídrico para drenagem lateral, o que sugere a presença de processos de exfiltração nessa parte da vertente. A relação entre baixa macroporosidade e redução da condutividade hidráulica saturada, resultando em aumento do escoamento hídrico, também foi observada por Velasquez e Righes (2019) ao estudar parâmetros físico-hídricos de solos com voçorocas no Rio Grande do Sul.

Destaca-se, que a estrutura do solo é significativamente influenciada pelo uso e ocupação antrópica da terra. O impacto do manejo nas características pedológicas foi analisado por Suzuki *et al.* (2021), que observaram a redução da macroporosidade na camada superficial do solo devido ao trânsito de maquinário agrícola, o que afeta a densidade do solo. Em contraste, Marcatto (2015) aponta que, em áreas de cobertura vegetal nativa, como florestas, as boas condições de permeabilidade são mantidas pela preservação de poros grandes, formados pela interação entre as raízes, que criam fissuras no solo, e a matéria orgânica.

A área de estudo, atualmente coberta por silvicultura (Eucalipto), provavelmente passou por intervenções mecânicas para o preparo do solo. Para o plantio de eucalipto, a Embrapa (2014) recomenda o uso de subsolador, com profundidade de 30 cm a 60 cm. No entanto, Silva *et al.* (2000) afirmam que os efeitos descompactantes dessas operações podem ser anulados com uma única passagem de maquinário, resultando em nova compactação do solo.

Outros aspectos importantes estão relacionados aos limites de liquidez, plasticidade, índice de plasticidade e à denominação SUCS para cada horizonte pedogenético (Tabela 3). Assim, os horizontes A e E foram classificados como areia siltosa (SM), os horizontes EB, BE e B como argila pouco plástica (A1), e os horizontes C e R como areia argilosa. Essas características influenciam o processo de exfiltração, pois indicam uma drenagem de baixa permeabilidade, favorecendo o fluxo lateral da água.

Tabela 3 – Resultados obtidos para os limites de liquidez, plasticidade, índice de plasticidade e denominação no SUCS para cada um dos horizontes pedogenéticos do perfil de solo da vertente selecionada como modal para o estudo.

Horizontes pedogenéticos	LL limite de liquidez	LP limite de plasticidade	IP índice de plasticidade	SUCS Sistema Unificado de Classificação de Solos
A*	-	N/P	-	SM (Areia siltosa)
E*	-	N/P	-	SM (Areia siltosa)
EB	18	13	5	A1 (Argila pouco plástica)
BE	31	14	17	A1 (Argila pouco plástica)
B	29	24	5	A1 (Argila pouco plástica)
C	38	24	14	SC (Areia argilosa)
R	39	23	16	SC (Areia argilosa)

* Esses horizontes não apresentaram plasticidade.

Fonte: Os autores

De maneira geral a correlação das informações apresentadas indica que ocorre um incremento de argila em profundidade no perfil do solo. Esse processo é a translocação do horizonte superficial A e, do horizonte eluvial E para os horizontes subsuperficiais B e C. A camada R apresenta textura argilosa em face da característica do substrato litológico composto por arenitos finos, lamitos, folhelhos sílticos-argilosos e argilitos. Analisando a característica textural do perfil de solo da vertente selecionada para o estudo, observa-se a ocorrência de material mal graduado, desde areias muito grossas a argilas.

Essas características propiciam a formação de fluxo lateral de água a partir da interface do horizonte subsuperficial B. Essa situação gera uma zona de exfiltração

de água no terço médio da vertente que influencia na conformação do perfil da vertente que, nesse setor, tende a ser convexo-côncavo (Figura 8). Magalhães *et al.* (2017) destacam que o estudo sobre a condutividade hidráulica dos solos na vertente é fundamental para a determinação do fluxo de água nos solos, pois, ocasiona uma saturação em subsuperfície, na interface do horizonte pedogenético B, e, a partir disso, processa-se a ocorrência de fluxo lateral da água infiltrada. Assim, motiva uma exfiltração, que acontece a partir do terço médio da vertente. Nesse segmento, a forma do perfil da vertente tende a tornar-se côncavo.



Figura 8. Aspecto geral da área da vertente selecionada como modal para o estudo indicando o local da trincheira cavada para descrição e coleta das amostras e a conformação da forma do perfil da vertente. **Fonte:** Organização dos autores (adaptado da imagem do Google Maps. <https://www.google.com/maps/@-29.7772619,-54.1048399,87079m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 10 mar. 2023.

Portanto, um dos fatores que tem contribuído neste processo está relacionado às características e variações entre os horizontes, como espessura, textura, estrutura e transição. Entretanto, no horizonte subsuperficial E, transicionais EB e BE foi constatada a presença de concreções ferruginosas na fração areia. Não chega a gerar uma camada endurecida, porém contribui para a manutenção da atual forma do perfil da vertente.

Ratifica-se também a proposta metodológica de Werlang *et al.* (2013), Facco e Werlang (2020) de que a vertente evolui face às propriedades físico-hídricas da cobertura pedológica e, que os processos responsáveis pela conformação da forma do perfil da vertente estão relacionados com a movimentação da água no perfil do solo.

Coelho Netto (2008); Rodrigues (2014) afirmam que o escoamento lateral, ao interceptar a superfície do terreno, acarreta a exfiltração e abatimento do terreno. Portanto, o que se identifica como ponto de inflexão na vertente, ilustrado na figura 8, reflete esse mecanismo. Nesse setor da vertente, onde pode ser observado que o ponto de inflexão no perfil, uma declividade de aproximadamente 17%, marca a transição para um segmento mais côncavo, alternando do terço superior da vertente. Segundo Sousa e Correchel (2013), características da vertente somadas à exfiltração da água que ocorre entre os horizontes pedogenéticos, associados ao uso e à compactação superficial, são elementos fundamentais que podem explicar a gênese dos processos de voçorocamento.

Lopes e Santos (2021) observam que o contato abrupto entre curvaturas concavas e convexas, denominadas quebras de relevo, tem função importante na desestabilização da vertente devido à exfiltração de água subterrânea que causa erosão e solapamento. Ou seja, essas rupturas de relevo são as áreas de declividade acentuada que estão sujeitas a desencadear escorregamentos a partir da exfiltração do escoamento subsuperficial no contato das duas curvaturas, causando a erosão da base da vertente a montante.

Portanto, ao avaliar o atual comportamento morfodinâmico da vertente, por meio dos parâmetros físico-hídricos do solo obtidos no estudo, reforça-se a hipótese de que com a intensificação da exfiltração no segmento côncavo da vertente, ocorre diminuição na espessura do solo, resultando na evolução da vertente modificando sua geometria. Ou seja, a vertente evolui em face da influência das propriedades físico-hídricas da cobertura pedológica, reforçando-se a relação solo-paisagem.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que foi possível confirmar que os processos atuantes na morfogênese da vertente são simultâneos e agem concomitantemente. Pelos parâmetros físicos-hídricos estudados, a macroporosidade diminui e o índice de plasticidade aumenta na medida que ocorre incremento de argila no horizonte B, havendo diminuição da condutividade hidráulica. Dessa forma, há uma variação textural abrupta no perfil pedológico representado pelo aumento do teor de argila nos horizontes inferiores que condicionam o aumento da microporosidade em razão da profundidade do perfil do solo.

Portanto, essa pesquisa apresentou informações importantes para observar a dinâmica evolutiva da vertente através da análise do perfil de solo e reforça a relação solo-paisagem pela ideia de que vertentes evoluem a partir da influência das propriedades físico-hídricas dos horizontes pedogenéticos. Deste modo, destaca-se que é um trabalho que pode contribuir para outras pesquisas em outras áreas de estudo com intuito de gerar informações sobre a temática em questão, pois apresenta dados sólidos e construtivos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior do Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Marinéli Moraes Gaberti, Lucas da Silva Ribeiro, Antonio Von Ende Dotto, Rômulo Augusto Aragones Aita e Mauro Kumpfer Werlang. **Metodologia:** Marinéli Moraes Gaberti, Lucas da Silva Ribeiro, Antonio Von Ende Dotto, Rômulo Augusto Aragones Aita e Mauro Kumpfer Werlang. **Análise Formal:** Marinéli Moraes Gaberti, Lucas da Silva Ribeiro e Antonio Von Ende Dotto. **Aplicação:** Marinéli Moraes Gaberti, Lucas da Silva Ribeiro, Antonio Von Ende Dotto e Rômulo Augusto Aragones Aita. **Preparação de dados:** Marinéli Moraes Gaberti, Lucas da Silva Ribeiro, Antonio Von Ende Dotto e Rômulo Augusto Aragones Aita. **Escrita do artigo:** Marinéli Moraes Gaberti, Lucas da Silva Ribeiro e Antonio Von Ende Dotto. **Revisão:** Augusto Aragones Aita e Mauro Kumpfer Werlang. **Supervisão:** Augusto Aragones Aita e Mauro Kumpfer Werlang. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo - determinação da distribuição do tamanho de partículas: NBR 7181. Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo - determinação do limite de liquidez: NBR 6459. Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo - determinação do limite e relação de contração do solo: NBR 7183. Rio de Janeiro, 1984.
- Andreis, R.R.; Bossi, G.E. & Montardo, D.K. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Balneário de Camboriú, Anais SBG, v. 2, p.659-673, 1980.
- ANJOS, L. H., FERNANDES, M. R., PEREIRA, M. G.; FRANZMEIER, D. P. Landscape and pedogenesis of an Oxisol-Inceptisol-Ultisolsequence in Southeastern Brazil. Soil Science Society of America Journal, 62(6), 1651-1658.1998.
- AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. São Paulo: Difel, 1986.
- BOCUTI, E. D.; AMORIM, R. S. S.; SANTOS, T. G.; RAIMO, L. A. L.; PEREIRA, H. G. P. Erodibilidade entressulcos e sua relação com atributos de solos do cerrado. Revista de ciências agrárias, 42(1): 68-78, 2019.
- BORGES, M. J. S.; VALE, F. A.; REIS, J. M. Determinação e análise da consistência do solo para pavimentação da avenida Anysio chaves em Santarém-PA. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, 2017.
- BORTOLUZZI, C.A. Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p.786, 1974.
- BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Campinas, 1988. Anais. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988.

BOULET, R. Uma evolução recente da Pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. In: CONGRESSO ABEQUA, 3., Belo Horizonte, 1992. Anais. Belo Horizonte, 1992.

COSTA, C. D. O.; ALVES, M. C.; SOUSA, A. P. S.; SILVA, H. R. Propriedades físicas dos solos de uma sub-bacia hidrográfica sob processo de degradação. *Revista de ciências ambientais, Canoas*, v. 13, n. 1, p. 15-31, 2019. <https://doi.org/10.18316/rca.v13i1.4889>

CRHISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo-SP: Edgard Blücher, 1980.

DALLA-LANA, N. K.; PONTES, R. C.; STEFANO, C.; WERLANG, M. K. Classificação taxonômica (terceiro táxon) do relevo em um setor dos distritos de Arroio Grande e Pains em Santa Maria, RS. IN; PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Orgs). Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento. Campinas: Instituto de Geociências – UNICAMP, 2017. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2511/0>. Acesso em: 27 fev. 2023.

DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A. Solos do município de Santa Maria. *Ciência & Ambiente*. Santa Maria: n. 38, jan./jun. 2009. p. 59-78.

DA-ROSA, A. A. S. 2005. Palealterações em depósitos sedimentares de planícies aluviais do Triássico Médio a Superior do sul do Brasil: caracterização, análise estratigráfica e preservação fossilífera. Tese de Doutorado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil, 211 pp.

SANTOS, L. M. S.; SILVA FILHO, E. P. Direct Determination Of Erodibility in Different Forms Of Slopes In The Belmont Stream Basin In Porto Velho-Rondonia-Brazil. **Revista Foco**, v. 16, n. 1, p. 1-26, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n1-023>

DYLIK, J. Notion du versant en geomorphologie. *bull. acad.pol. sci. série des sc.geol.geogr.*, 16(2);125-132, 1968.

FACCINI, U. F., 1989. O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul. Uma análise sob o ponto de vista das seqüências deposicionais. Dissertação de Mestrado, Curso de PósGraduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 133p

FACCO, R.; WERLANG, M.K. Influência dos parâmetros físico-hídricos do solo na conformação das vertentes na formação Santa Maria (Membro Alemoa) no Bairro Camobi e Distrito de Pains, Santa Maria, RS. *Geografia Ensino & Pesquisa*. 24 e26(2), 01-30, 2020. <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/40069/pdf>

GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-29.7772619,-54.1048399,87079m/data=!3m1!1e3> Acesso em: 10 mar. 2023.

LINO, F. R.; ECKS, J.; SOKACHESKI, J. Limites de atterberg na caracterização de solos para obras de engenharia. *ENAPROC*, v. 1, n. 1, 2015.

LOPES, F. C. A.; SANTOS, I. S. Forma da vertente como condição de contorno na instabilidade de encosta. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.03, p.1496-1512, 2021, DOI: <https://doi.org/10.26848/rbqf.v14.3.p1496-1512>

MAGALHÃES, V. L.; CUNHA, J. E.; NÓBREGA, M. T. Dinâmica físico-hídrica de um sistema pedológico latossolo-nitossolo. *Mercator*, Fortaleza, v. 16, set. 2017. <https://doi.org/10.4215/rm2017.e16022>

MARCATTO, F. S. HERCOLI, A., SILVEIRA, H., & da Graça, C. H. AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DOS SOLOS EM IGUARAÇU-PR: SUBSÍDIOS PARA O MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. *Revista Científica ANAP Brasil*, v. 8, n. 13, 2015.

MARCHIORI, J. N. C. A vegetação em Santa Maria. *Ciência & Ambiente*. Santa Maria: n. 38, jan./jun. 2009. p. 93-112.

MARCOS, Z. Z. Ensaio sobre epistemologia pedológica. USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1979. (TESE LIVRE DOCÊNCIA).

MILNE, G. Normal erosion as a factor in soil profile development. *Nature*, v. 26, p. 548-549, 1936.

NOGUEIRA, M. L.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. Estudo da Dinâmica de Percolação da Água no Solo - Gouveia, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, nº 3, 2011. <https://doi.org/10.20502/rbg.v12i0.260...>

OLIVEIRA, J. G.; SANTOS, L. J. C.; CALEGARI, M. R. Relação solo-relevo em sistema pedológico argissolo-neossolo quartzarênico na região noroeste do estado do Paraná: caso de Amaporã. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 21, n. 3, 2020. <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i3.1786>

PADRÓN, R. A. R.; DE MORAES NOGUEIRA, H. M. C.; CERQUEIRA, R. R.; ALBINO, G. D., & NOGUEIRA, C. U. Caracterização físico-hídrica do solo argissolo amarelo para estabelecimento de projeto e manejo da irrigação. *Acta Iguazu*, v. 4, n. 1, p. 36-47, 2015. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v4i1.12475>

QUEIROZ NETO, J.P. Pedogênese no planalto atlântico: Contribuição à interpretação paleogeográfica dos solos da Mantiqueira norte ocidental. USP, FFLCH, departamento de geografia, 1975. 270 p. (tese livre docência).

RODRIGUES, S. C. Degradação dos solos no Cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Org). *Degradação dos Solos no Brasil*. 1. ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, p. 51-85, 2014.

ROSS, J. L. *Geografia do Brasil*. São Paulo, SP: Edusp, 1996.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011.

RUBIRA, F. G.; BARREIROS, A. M.; JUNQUEIRA, F. N.; PEREZ FILHO, V. A. Pedogeomorphological systems in the interpretation of the evolution of quaternary landscapes in humid tropical climates. *Mercator*, Fortaleza, v. 18, oct. 2019. <https://doi.org/10.4215/rm2019.e18020>.

SARTORI, M. da G. B. A dinâmica do clima do RS: Indução empírica e conhecimento científico. *Revista Terra Livre*, São Paulo, a 19, v. 1, n. 20, 2003.

SILVA, J.L.S. da. Estudos dos processos de silicificação e calcificação em rochas mesozóicas do Rio Grande do Sul, Brasil. Programa de Pós-Graduação em

Geociências (Tese de Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997

SOUSA, A. T.; CORRECHEL, V. Voçoroca em borda de relevo tabular residual sobre cobertura latossólica, Quirinópolis (GO). Boletim Goiano de Geografia. 33(3), 165-183, 2013. <https://doi.org/10.5216/bgg.v33i3.27340>.

STOKES. G.G. **On the effect of the internal friction of fluids on the motion of Pendulums.** Trans. Camb.phil. Soc p, part II, P.8-106,1851.

SUZUKI, L. E. A. S.; REISSER JÚNIOR, C.; MIOLA, E. C. C.; ROSTIROLLA, P.; SCHERER, V. S., TERRA, V. S. S.; & PAULETTO, E. A. Efeito do manejo e da irrigação localizada sobre os atributos físicos e hídricos de um Argissolo cultivado com pessegueiro. Pesqui. Agropecuária Gaúcha, v. 27, p. 127-147, 2021.

TRICART, J. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. Campinas, Not. Geomorf. 8:5-18,1968.

TRICART, J. E KILIAN, J.L'éco-géographie. Librairie François Maspéro, col. Hérodote, 326 p, 1979.

VELASQUEZ, R. P.; RIGHES, A. A. Controle de voçoroca em argissolo vermelho em São Valentim-RS. **Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas**, v. 20, n. 1, p. 53-69, 2019.

WERLANG, M.K; FACCO, R.; AITA, R.; WERLANG, A.P. Cobertura Pedológica em Topossequência de Vertentes na Área Experimental do Departamento de Solos/ Campus da Universidade Federal de Santa Maria. Ciência e Natura. 33(2), 190-205, 2013. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/issue/view/689>.

ZERFASS, H., Lavina, E.L., Schultz, C.L., Garcia, A.G.V., Faccini, U.F. e Chemale Jr., F. 2003. Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. Sedimentary Geology 161: 85-105.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0